

**Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava**  
**Hornicko-geologická fakulta**  
**INSTITUT ENVIRONMENTÁLNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

# **Kompostování odpadů**

**Waste composting**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Autor:**

**Vedoucí bakalářské práce:**

**Jana Repková**

**Ing. Barbora Lyčková, Ph.D.**

**Ostrava 2010**

## Zadání bakalářské práce

Student: **Jana Repková**  
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny  
Studijní obor: 3904R022 Zpracování a zneškodňování odpadů  
Téma: **Kompostování odpadů**  
**Waste composting**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Charakteristika kompostovatelných odpadů
3. Teorie kompostovacího procesu
4. Kompostovací technologie
5. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Hlavatá, M.: Odpadové hospodářství, VŠB-TU Ostrava. 2004  
Kuraš, M.: Odpadové hospodářství, Ekomonitor. 2008  
Lyčková, B. a kol.: Zpracování kalů, VŠB-TU Ostrava. 2009  
[www.biom.cz](http://www.biom.cz)  
[www.ekodomov.cz](http://www.ekodomov.cz)  
[www.biosance.cz](http://www.biosance.cz)

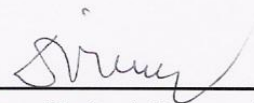
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

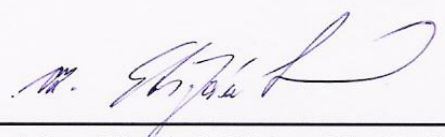
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Barbora Lyčková, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2009

Datum odevzdání: 15.04.2010



  
prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.  
vedoucí institutu

  
prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., Dr.h.c.  
děkan fakulty

## Prohlášení

Celou bakalářskou práci včetně příloh jsem vypracovala samostatně a uvedla všechny použité podklady a literaturu. Ve své programové aplikaci jsem použila pramenů uvedených v seznamu použité literatury.

- Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě, dne 15. 4. 2010

.....  
Jana Repková

**Poděkování:**

Děkuji paní Ing. Barboře Lyčkové, Ph.D. za spolupráci, kterou mi poskytla během zpracovávání Bakalářské práce.

## **Anotace**

V bakalářské práci je popsáno efektivní materiálové využití odpadů - kompostování. Práce začíná obecným úvodem o životním prostředí. Ve druhé kapitole jsou vysvětleny základní pojmy nezbytné pro proces kompostování. Následně jsou charakterizovány kompostovatelné odpady jako např. bioodpady, odpady ze zeleně a jiné biologicky rozložitelné odpady. Ve čtvrté části se teoreticky líčí kompostovací proces a zohledňují se faktory, které ovlivňují průběh kompostování. Kompostovací proces navazuje na vysvětlení kompostářské technologie, kterou střídá kapitola organizace kompostování. V závěru práce je celkové shrnutí.

**Klíčová slova:** kompostování, bioodpad, odpad ze zeleně, proces, technologie, organizace

## **Summary**

The thesis deals with effective use of waste material - composting. The work begins with a general introduction of environment. Basic terms necessary to the process of composting are explained in chapter 2. Following biodegradable waste matter such as biowaste, foliage waste and other biologically degradable waste is defined. In chapter 4 composting process is described and factors affecting the process are considered. Composting process continues with the explanation of composting technology which is followed by the chapter focusing on composting organization. Summary appears at the end of the thesis.

**Keywords:** composting, biowaste, foliage waste, process, technology, organization

## **Seznam použitých zkratek**

BRO	Biologicky rozložitelný odpad
ČOV	Čistírny odpadních vod
ČR	Česká Republika
ČSN	Česká státní norma
EU	Evropská unie

## Obsah

1.	Úvod a cíl práce .....	- 1 -
2.	Terminologie a historie kompostování.....	- 2 -
2.1	Historie výroby kompostů.....	- 5 -
3.	Charakteristika kompostovatelných odpadů .....	- 6 -
3.1	Charakteristika jednotlivých odpadů.....	- 7 -
3.1.1	Odpad ze zeleně .....	- 8 -
3.1.2	Biologicky rozložitelný odpad z domácností a jiný BRO .....	- 9 -
3.2	Ingredience a preparáty ke kompostování.....	- 9 -
3.2.1	Ingredience.....	- 10 -
3.2.2	Preparáty ke kompostování .....	- 11 -
4.	Teorie kompostovacího procesu .....	- 11 -
4.1	Faktory, které ovlivňují kompostování .....	- 11 -
4.1.1	Vlhkost .....	- 13 -
4.1.2	Složení výchozího materiálu .....	- 13 -
4.1.3	Provzdušnění substrátu (kyslík) .....	- 14 -
4.1.4	Zrnitost a homogenita substrátu .....	- 15 -
4.1.5	Teplota a tma.....	- 15 -
4.1.6	Přídavek zeminy nebo dalších látek .....	- 16 -
4.1.7	Hodnota pH .....	- 16 -
4.1.8	Obsah fosforu .....	- 17 -
4.2	Popis kompostovacího procesu .....	- 17 -
4.3	Surovinová skladba kompostu .....	- 19 -
5.	Kompostovací technologie.....	- 20 -
5.1	Kompostování na volné ploše .....	- 21 -
5.1.1	Kompostování v pásových hromadách .....	- 21 -
5.1.2	Kompostování v plošných zakládkách .....	- 23 -
5.2	Intenzivní kompostovací technologie .....	- 23 -
5.2.1	Kompostování ve žlabech .....	- 23 -
5.2.2	Kompostování v boxech.....	- 24 -
5.2.3	Kompostování v bioreaktorech (biofermentorech) .....	- 25 -
5.3	Ag Bag kompostování – kompostování ve vacích .....	- 25 -
5.4	Nářadí potřebné ke kompostování a technické vybavení kompostáren .....	- 26 -
5.4.1	Nářadí pro domácí kompostování .....	- 26 -

5.4.2	Stroje pro drcení kompostovacích komponentů.....	- 27 -
5.4.3	Stroj pro provzdušnění materiálu .....	- 29 -
5.4.4	Stroj pro třídění různých velikostních frakcí.....	- 29 -
6.	Organizace kompostování.....	- 30 -
6.1	Domácí kompostování .....	- 30 -
6.1.1	Domácí kompostování na kompostových zakládkách .....	- 31 -
6.1.2	Kompostování v boxech nebo kompostérech.....	- 31 -
6.1.3	Vermikompostování.....	- 32 -
6.2	Komunitní kompostování.....	- 33 -
6.3	Centrální kompostování (Průmyslové kompostování).....	- 33 -
7.	Závěr .....	- 35 -
	Seznam použité literatury.....	- 37 -



## 1. Úvod a cíl práce

Pro svou bakalářskou práci jsem si vybrala téma: „Kompostování odpadů“, jež souvisí s mým studijním oborem „Zpracování a zneškodňování odpadů“. Je to téma aktuální, vztahující se k životnímu prostředí, a to nám nesmí být lhostejné.

Kompostování je jednou z možností, jak snížit vyprodukovaný bioodpad a zároveň neničit životní prostředí. Sám člověk vyprodukuje obrovské množství bioodpadů, které většinou vyhazuje do kontejnerů. Tím dochází k obrovským ztrátám živin, které jsou důležité pro živou složku přírody, zejména pro zvýšení kvality půdy. Odpad vyhozený do kontejneru většinou končí na skládkách, kde vzniká tzv. skládkový plyn, jehož hlavní složkou je výbušný, vysoce nebezpečný, skleníkový plyn – metan. Lidé si neuvědomují, že ničí životní prostředí, jehož jsou součástí, tudíž i sebe a své zdraví.

Kompostování je řízený proces, během kterého jsou organické odpady přeměňovány na vysoce kvalitní hnojivo – kompost. Kompost patří mezi nejpřirozenější prostředek ke zlepšování půdy. Půda je jako „matka Země“, potřebujeme ji k pěstování plodin a následné potravě pro všechny živé organismy. Chránit a zušlechťovat půdu by mělo být naším prvořadým úkolem. Půda je součástí přírody, stejně jako člověk je s ní spjat. Místo toho, aby si jí vážil, představuje mnohdy člověk pro přírodu hrozbu. To se mu ale může krutě vymstít. Líbí se mi myšlenka Jaromíry Kolářové, která řekla: „Příroda je proti nám ve výhodě, může existovat bez nás, my bez ní zahyneme“. Navážu ještě jedním moudrem od Antonio Gaudi y Cornet: „Příroda je stále otevřená kniha a jen v ní opravdu stojí za to číst“.

## Cíl

Cílem bakalářské práce je co nejpresněji a nejjednodušeji vysvětlit problematiku kompostování a jeho využití v praxi, tak aby to mělo příznivý vliv na člověka a životní prostředí. Také se budu snažit najít aktuální trendy tohoto procesu.

## **2. Terminologie a historie kompostování**

### **Kompostování**

*„Kompostování je aerobní exotermní mikrobiologická přeměna biologicky rozložitelných materiálů na látky bohaté na obsah humózního materiálu, živin a humusu. Produktem kompostování je kompost – organické hnojivo.“ [11]*

### **Kompost**

*„Kompost je stabilizovaná, nepáchnoucí, hnědá až černá homogenní hmota, drobtovité až hrudkovité struktury, vzniká aerobním biologickým zráním rozložitelných odpadů, bohatá na humusové látky a rostlinné živiny. Obsahuje stabilizované organické látky a rostlinné zbytky.“ [2]*

### **Kompostovatelný odpad**

*„Kompostovatelný odpad je biologicky rozložitelný odpad, z něhož při jeho minimálním obsahu v surovinové skladbě 50% vznikne během procesu kompostování kompost odpovídající některé ze tříd jakosti definovaných ve vyhlášce o biologických metodách zpracování [16]“.*

### **Biologicky rozložitelný odpad (bioodpad)**

*„Za biologicky rozložitelný odpad je považován jakýkoli odpad, který je schopen anaerobního nebo aerobního rozkladu mikroorganismy (např. potraviny, odpad ze zeleně, papír). Pojem je užíván ve zjednodušené podobě jako bioodpad.“ [4]*

### **Šarže kompostu**

*„Šarže kompostu je část kompostu vyrobená jednotným postupem. Může jít o jednu nebo více zakládek.“ [15]*

### **Homogenita kompostu**

*„Homogenita kompostu je stejnorodost fyzikálních vlastností a chemického složení základky kompostu svědčící o řádném zpracování surovin. Biologická stabilita materiálu (kompostu) se stanovuje pomocí respiračního testu.“ [15]*

### **Těžce rozložitelné látky**

*„Těžce rozložitelné látky jsou látky, u kterých probíhá proces mineralizace a humifikace dlouhodobě a nesnadno, anebo které je třeba předfermentovat nebo upravovat (zejména stromová kůra, dřevní odpady, kapucín, rohovina aj.) [15]“.*

### **Lehce rozložitelné látky**

*„Jsou látky, u kterých probíhá proces mineralizace a humifikace krátkou dobu nebo je možno je aplikovat i přímo (zejména zemědělské odpady, hnůj, rašelina aj.) [16]“.*

### **Kompostárna**

*„Kompostárna je technologické zařízení, ve kterém za aerobních podmínek dochází ke zpracovávání organických surovin, jejichž finálním produktem je kompost [15]“.*

### **Humifikace**

*„Souborný proces rozkladu organické hmoty, přičemž vzniká humus [1]“.*

### **Organické látky**

*„Sloučeniny uhlíku, které obsahují další prvky, nejčastěji vodík, kyslík, dusík, síru, fosfor a další [1]“.*

### **Substrát**

*“Směs organických látek a zeminy, obohacená živinami, která podporuje růst rostlin [1]“.*

## **Odpad**

*„Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu [19]“.*

## **Odpadové hospodářství**

*„Činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a na následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy, a kontrola těchto činností [19]“.*

## **Hnití**

Rozklad organické hmoty za nepřístupu vzduchu působením určitých druhů anaerobních bakterií, jenž tvoří zapáchající plyny jako např. sirovodík a čpavek a pro svůj život nevyžadují kyslík. Proces hnití se děje především v kejďě, v močůvce, v uloženém hnoji. Hnití zhoršuje úrodnost půdy, protože půda kvůli hnití obsahuje špatné mikroorganismy. [1]

## **Tlení**

Rozklad organické hmoty za přístupu vzduchu působením určitých druhů aerobních bakterií (plísní, kvasinek, aktinomycetů), které potřebují pro svůj život kyslík. Organické látky jsou postupně rozkládány až na minerální (nerostné) látky. Díky procesu tlení získáváme důležité humusové látky. Tlení napomáhá k úrodnosti půdy a k lepšímu zdraví rostlin. U tlení lze velmi účelně produkovat humus a zlepšovat tak úrodnost půdy, kontrolujeme – li přesné podmínky při kompostování. [1]

## **Humus**

Organismy, jako např. houby, řasy, stonožky, bakterie, hmyz, žížaly aj., přeměňují a rozkládají organické látky, čímž vzniká humus. Humus lze definovat jako nejúrodnější část půdy, jedna z hlavních předností kompostování a tzv. základní podmínku přirozené úrodnosti půdy. [1] Mikroorganismy využívají humus jako substrát. Humus je podstatný

pro vytváření struktury a kyprosti půdy, napomáhá k tvorbě drobtovité struktury v půdě. [5]

## 2.1 Historie výroby kompostů

První kompostárna s řízenou technologií vznikla v ČR v r. 1912. Z tohoto důvodu je u nás tradice kompostování jedna z nejstarších v Evropě. Od roku 1912 do roku 1987 se rozvíjelo kompostování neuvěřitelnou rychlostí. V této době se v České republice vyprodukovalo asi 2,5 milionů tun kompostu. Ovšem po roce 1989 kompostování odpadů ztrácí státní dotační příspěvek a výroba kompostů se snižuje z 2,5 mil. t na 200 - 400 tis. t za rok. V tomto období jsou komposty nejvíce využívány při rekultivacích, při údržbě zeleně a zakládání zeleně. V r. 2000 byla státem dočasně poskytnuta finanční podpora na hnojení zemědělské půdy registrovanými komposty, což opět zvýšilo zájem zemědělců o kompostování. Tato podpora byla zastavena v r. 2001 a mnoho kompostáren kvůli tomuto přerušilo provoz. V minulosti bylo kompostování důležité pro udržení úrodnosti zemědělské půdy, která je potřebná pro pěstování nejrůznějších potravin. [6]

Dnes je kompostování stále významnou metodou rozkládání bioodpadu v odpadovém hospodářství a věřím, že tuto metodu bude státní fond ČR do budoucna jenom podporovat. Kompost můžete vidět na obrázku č. 1.



Obrázek č. 1- Kompost [20]

### 3. Charakteristika kompostovatelných odpadů

Kvalita vstupních odpadů je důležitou podmínkou pro proces kompostování [11]. Odpady vhodné ke kompostování by měly svými vlastnostmi odpovídat požadavkům ČSN 46 5735 Průmyslové komposty [2]. Ke kompostování lze použít veškeré odpady, které vznikají v zahradě a v domácnosti jako organické odpady [1]:

- odpady ze zahrady všeho druhu (celé rostliny, listí, košťály, posekaná tráva, dřevní odpad aj.),
- organické odpady z domácnosti (odpad z květinových záhonů, zbytky zeleniny, ovoce a brambor - i zkažené, vyluhované sáčky čaje a kávová sedlina, popel ze dřeva, vaječné skořápky, hygienický, zmačkaný papír, v minimálním množství i novinový papír apod.),
- jiné organické odpady všeho druhu (sláma, hobliny, piliny, podestýlka a hnůj z chovu drobného zvířectva, výlisky aj.).

Materiály, které vadí procesu tlení jsou nevhodné ke kompostování, zejména: [1]

- např. látky jako sklo, textilie, kovy všeho druhu, umělé hmoty,
- odpady, které mohou vykazovat vyšší obsah škodlivých látek, například barevné časopisy, obsah sáčku z vysavačů, popel z uhlí a briket.

Některé odpady potřebují vytvořit určité podmínky pro správné kompostování: [1]

- Kompostovat nemocné rostliny, kořenové a výběžkaté plevely, plevely se semeny bychom měli jen tehdy, jakmile dojde k horké fázi (nad 50 °C), protože semena plevelů nebo původci chorob by se mohli dostat zpět do zahrady.
- Kompostovat jídlo a zbytky masa lze jen tehdy, když je chráníme před potkany a hromadíme např. v boxech, kde dojde k horké fázi.
- Např. zbytky po řezu keřů a stromů (tzv. hrubé odpady) bychom měli před kompostováním rozdrtit na částice o velikosti 5 cm, aby mikroorganismy měly dobrý přístup k materiálu a mohly jej rozkládat.
- Některé látky mají jednostranné složení a nelze je kompostovat samostatně, nýbrž jen ve směsi s jinými látkami. Například při velkém množství posečené trávy musíme

přimíchat látky se strukturou členitou, jako rozdrčené dřevo nebo slámu, hobliny, aby tam mohl vznikat vzduch. Čerstvá hmota se přednostně míchá se starou, zelená hmota se slamnatou, vláknitá s mazlavou. Tím se vytvoří vhodné předpoklady pro kompostování a vyrovnají se nepříznivé vlastnosti jednotlivých látek.

Shrnutí kompostovatelných odpadů [3]:

- ovocné a zeleninové odpady
- čajové a kávové zbytky
- novinový papír, lepenka, papír, ručníky
- popel ze dřeva
- posekaná tráva, větvičky, listí, drnové řezy
- třísky, piliny, hobliny, kůra
- zvířecí fekálie (drůbeží trus, kejda, hnůj)
- mléčné produkty
- skořápky z ořechů

Shrnutí odpadů nehodící se ke kompostování [3]:

- tuky, odřezky masa, kosti
- chemicky ošetřené látky
- „nemocné“ rostliny
- slupky z tropického ovoce, pecky
- popel z uhlí, cigaret
- oddenková plevel
- časopisy
- kameny, plasty, sklo, kovy
- žhavý popel a lehce hořlavé materiály

### **3.1 Charakteristika jednotlivých odpadů**

Každá domácnost vyprodukuje obrovské množství odpadů (ze zeleně nebo z domácnosti). Jednou z možností jak se bioodpadů zbavit je kompostování. Dalo by se říci,

že většina odpadů a hmot ze zahrad a z domácností lze kompostovat, nejsou-li nějakým způsobem znečištěny.

### 3.1.1 Odpad ze zeleně

Tráva - nejvýznamnější odpad veřejné i soukromé zeleně [2]. Neměli bychom dávat samotnou, čerstvě posekanou a vlhkou travu ve vrstvě vyšší než 2 cm, protože silnější vrstva trávy velmi rychle slehne a slepí se, čímž se do ní nedostane vzduch. Pro tlení je vhodné ji nechat zavadnout a následně promíchat se zbytky po řezu živých plotů nebo slámou. [1] Poměr C : N u trávy bývá v rozmezí 22 – 30 : 1. Při kompostování trávy je důležitým doplňkem dřevní štěpka, která zabezpečuje pórovitost kompostů. [2] Další odpad travní fytomasy představuje tzv. stařina z pohrabování trávníků, která má poměr C : N v rozmezí 40 – 60 : 1[4].

Listí – veškeré druhy listí lze kompostovat, jelikož obsahují cenné minerální látky [1]. Listí ořešáků a kaštanů je odolnější mikrobiologickému rozkladu [4]. Těžce tlející listy mají dub, buk, jírovec, ořešák, topol, platan. Mezi lehce tlející listy patří listy lískového ořešáku, jasanu, břízy, javoru, lípy, vrby, olše a jilmu. [1] Poměr C : N je u listí v rozmezí 40 – 60 : 1[4].

Dřevní odpad – zcela odlišný odpad z chemického hlediska. Dřevní hmota obsahuje pouze malý podíl dusíku a obsah dalších živin je zanedbatelný. Poměr C : N je u dřevního odpadu v rozmezí 90 – 120 : 1. Před kompostováním bychom měli dřevní odpad zpracovat štěpkováním nebo drcením (viz kapitola 5). Mezi dřevní odpad patří například kůrodřevní hmota z průřezů stromů, z probírky dřevin v lesoparcích, zbytky po řezu tůjí, piliny, hobliny, dřevní štěpka, apod. [2]

Odpad z květinových záhonů – další odpad ze zeleně, který je skvělou očkovací látkou do kompostů [2]. Jedná se o odstraněné části květin a materiál z odplevelování [4].



### 3.1.2 Biologicky rozložitelný odpad z domácností a jiný BRO

„Zmačkané papíry“ – tvoří asi 10 % domovního odpadu. Patří zde například znečištěný papír jako papírové ručníky nebo balicí papír, které jsou pro kompost dosti vhodné, jelikož kompenzují obsah vlhkosti některých odpadů a zlepšují složení kompostu [1].

Zbytky vousů a vlasů – vlasy, vousy, chlupy můžeme dát rovnou do kompostu, neboť obsahují spoustu dusíku [1].

Kaly z čistíren odpadních vod – pro proces kompostování musí kaly z ČOV splňovat řadu požadavků na základě obsahu cizorodých látek, např. těžkých kovů. V kompostu je kal z ČOV zdrojem dusíkatých látek a bývá používán jako tekutý nebo odvodněný. [2] Kompostování kalů z ČOV umožňuje kalům být nezávadné z hygienického hlediska. Hmotnost kalu a objem se sníží a kal organické hmoty se stabilizuje před rozšířením v zemědělství. Kal se používá do kompostu, protože zlepšuje úrodnost půdy. [10]

Zvířecí fekálie – zemědělský odpad odpadající na zahrádkách je možné také kompostovat. Ovšem kompostovat zvířecí trus bychom měli z hygienických důvodů ve velkých hromadách. Je nutno zabezpečit nejméně 6 dní teplotu v kompostu nad 65 °C k usmrcení původců chorob aj. [1]

Obsah organických materiálů a odpadů vhodných do kompostu je uveden v příloze č. 1.

## 3.2 Ingredience a preparáty ke kompostování

Ingredience a preparáty nejsou pro proces kompostování bezpodmínečně nutné. Jsou zde protichůdné názory odborníků. Někteří si myslí, že tyto přípravky urychlují proces tlení a celkově zlepšují kvalitu kompostu a naopak jiní, kteří toto zpochybňují.

V Německu, Rakousku a Švýcarsku se často používají tzv. biodynamické preparáty. Preparáty se ředí vodou v poměru 10 g na 100 l vody a množství vzniklé emulze se používá pro 50 t kompostovaných odpadů. Biodynamické preparáty jsou označovány v zemích EU pod stejným číselným kódem. Pro domácí kompostování (viz kapitola 6.1)

odborníci doporučují používat preparát Hornmist (č.500), preparát z květů řebříčku (č. 502), z kopřivy dvoudomé (č. 504), z květů heřmánku pravého (č. 503), z dubové kůry (č. 505), z kozlíku lékařského (č. 507) a z květů smetanky lékařské (č. 506). Dále je oblíben „Humofix“, prášek ze sušených bylin aplikovaný dávkou jedna čajová lžička na 1 m<sup>3</sup> kompostu. Pro omezení vzniku plísní při kompostování je vhodný nejen preparát z kopřivy, ale i dostatek posečených kopřiv v čerstvém kompostu. Nutnost dokonalé homogenizace a dodržení předepsaných návodů, které nutí věnovat přípravě kompostů náležitou péči je pro kompostování možná významnější než vlastní účinek preparátu. [7]

### 3.2.1 Ingredience

Ke kompostovanému materiálu přidáváme ingredience kvůli jejich fyzikálním vlastnostem a jejich obsahu živin. Zlepšují jakost kompostu a mohou ovlivnit proces tlení. Jedná se zejména o [1]:

Vápenatá hnojiva – Přídavek vápníku (nejvýše 2 kg/m<sup>3</sup>) do kompostu je v ČR velmi rozšířeno. Tímto se má podpořit rozkladný proces, vyhubit choroboplodné zárodky, snížit kyselost a předejít nežádoucím pachům. Ovšem lepší cestou, které činí vápnění zbytečným, je pečlivé zřízení a dobré promísení organických látek. Dusíkaté a pálené vápno sice usmrtí semínka plevelů, ale i prospěšný život v kompostu. Mimo to nesmí přijít do kontaktu s čerstvým materiálem bohatým na dusík (př. hnůj, posekaná tráva), protože jinak dochází k velkým úbytkům dusíku.

Jílová moučka – Můžeme ji využívat jako náhradu zeminy. Pro přídavek zeminy je důležitý přísun jílu, který je nezbytný pro tvoření stabilních drobtů.

Horninová moučka – Existuje několik druhů horninových mouček, které mají příznivý vliv na kompostování. Podstatná je zvláště jejich jemnost mletí a obsah stopových prvků. Obohacují kompost minerálními látkami, působí kladně na mikroorganismy, vážou dusík.

Kostní, rohová a krevní moučka – Tyto ingredience se užívají v případě požadavku k vyrovnání živin. Kostní, rohová a krevní moučka se v praxi příliš nepoužívají, jelikož jsou dosti drahé. Rohová a krevní moučka obsahuje docela hodně dusíku a kostní moučka poměrně dost fosforu.

### 3.2.2 Preparáty ke kompostování

Pod pojmem „preparáty ke kompostování“ si představíme přísady, které mají průběh tlení urychlit. Do kompostu se preparáty přidávají v dosti malém množství. Hlavními preparáty ke kompostování jsou [1]:

Očkovací látky (startery kompostování) – obsahují množství kmenů hub a bakterií, které urychlují proces tlení. Očkování podporuje a kontroluje rozklad. Snaží se vytvořit použitým bakteriím nejlepší životní podmínky, jelikož je očkování poměrně drahá záležitost.

Preparáty z bylin – Tyto přípravky se vyrábějí v biologicko-dynamickém systému hospodaření podle speciální metody z bylin heřmánku, řebříčku obecného, pampelišky, kopřivy dvoudomé, kozlíku lékařského a z dubové kůry. Toto by mělo pomáhat k menším ztrátám dusíku, příznivému tlení, předejít hnilobě a tím získat lepší konečný produkt. Specialisté účinnost těchto preparátů zpochybňují.

## 4. Teorie kompostovacího procesu

Kompostování (z lat. compositum - skladba) je jednou z nejstarších recyklačních technologií pro organické odpady, pomocí kterého získáme kvalitní kompost. Použitím zralého kompostu do půdy se zajistí rostlinám vyhovující dostatek živin, zlepší se mechanicko-chemické vlastnosti půdy, zvýší se počet mikroorganismů, omezuje se vodní a větrná eroze v půdě. [18]

### 4.1 Faktory, které ovlivňují kompostování

Podstata aerobního tlení spočívá ve zpracování materiálu nejrozličnějšími mikroorganismy (bakteriemi a houbami), které potřebují specifické podmínky pro život. Jedná se o podobné pochody, které probíhají při přeměně organické hmoty v půdním prostředí. V kompostech lze vytvořit lepší podmínky pro rozvoj mikroorganismů a

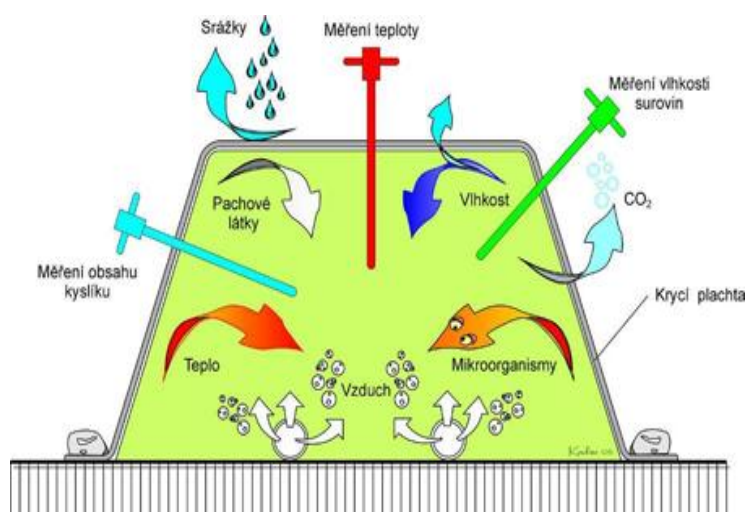
dosáhnout až několikanásobného množství ve srovnání s půdou. Tímto se urychlí celý proces humifikace. [5]

Musíme tedy zabezpečit optimální podmínky pro tyto mikroorganismy úpravou následujících faktorů [4]:

- vlhkost
- složení výchozího materiálu
- provzdušnění substrátu (kyslík)
- zrnitost a homogenita substrátu
- teplota a tma
- přidavek zeminy nebo dalších látek
- hodnota pH
- obsah fosforu

*„Znalost optimálních a monitorování aktuálních hodnot fyzikálních, chemických a mikrobiologických vlastností kompostovaných surovin umožňuje včas provést vhodný zásah do kompostovacího procesu a poskytuje informace o jeho ukončení [8]“.*

Určité hodnoty, které bychom měli při kompostování sledovat jsou znázorněny na obrázku č. 1.



Obrázek č. 2 - Monitorované hodnoty při kompostování [8]

#### 4.1.1 Vlhkost

Voda je nezbytná pro život. Každý živý organismus potřebuje k životu určité množství vody. Ovšem při přílišné vlhkosti, a tím i nedostatku vzduchu, dochází k nechtěným hnilobným procesům a ke zkysnutí kompostu. Z tohoto důvodu bychom měli zakládat raději příliš suchý než příliš vlhký kompost. [1]

Konečná vlhkost čerstvého kompostu podle kvality použitých materiálů by měla dosáhnout 65 – 78 %. Listí, komposty z chlévské mrvy se zeminou, komposty ze stromové kůry, dřevní odpady potřebují vlhkost 60 – 70 %. V některých případech je nutné upravovat vlhkost během zrání přidáním dalších tekutin z důvodu odpařování vody při kompostování. [5]

V praxi se zkouší vlhkost orientační zkouškou. Tato orientační zkouška spočívá ve zmáčknutí kompostovacího materiálu pevně pěští a jestliže vymáčkeme více než jednu kapku vody, je tento materiál příliš vlhký. Zatímco příliš suchý kompostovací materiál se rozpadne při otevření pěsti. [1]

Pro měření vlhkosti kompostovacího materiálu se používá analyzátor vlhkosti [8].

#### 4.1.2 Složení výchozího materiálu

Pro optimální kompostování bychom měli vytvořit pestrou výchozí směs, tj. použít do kompostu co nejvíce různých látek. Miroslav Kalina ve své publikaci píše: „*Čím pestřejší je výchozí směs, tím lepší je konečný produkt!*“ [1]

Odlišným poměrem anorganických a organických látek, tedy různým poměrem uhlíku a dusíku (C : N), se vysvětluje rychlost rozkladu různých organických zbytků. Poměr v rozmezí 20 – 30 : 1 by byl optimální. Čím více se přiblížíme při kompostování tomuto poměru, tím rychleji a tudíž i lépe (s menšími ztrátami) probíhá tlení. Při přebytku uhlíku uniká do ovzduší látka ve formě oxidu uhličitého a přebytek dusíku vede k nadměrné mineralizaci a k úniku dusíku do vzduchu ve formě čpavku. Organické látky by měly obsahovat dostatečně velký podíl lehce odbouratelných cukrů a bílkovin. Mikroflóra potřebuje zdroj uhlíku i dusíku. Dusík je potřebný pro syntézu bílkovin. Tyto bílkoviny se podílejí na metabolismu mikroorganismů jako enzymy a jsou součástí buněk mikroorganismů. Substráty se širokým poměrem C : N nad 50 : 1 se rozkládají velmi

pomalů. Avšak substráty s poměrem C : N užším než 10 : 1 jsou mikrobiologicky dobře využitelné a rozkládají se velmi rychle. [1, 5]

Konečný poměr C : N dosáhneme promísením jednotlivých látek v surovinové skladbě tak, že k látkám se širokým poměrem (př. piliny, listí, kůra, sláma) přidáme látky s úzkým poměrem C : N (př. chlévská mrva, kejda, drůbeží trus). V mimořádných případech lze použít dusík ve formě průmyslových hnojiv (př. močovina, síran amonný). [4] Poměr C : N u odpadů je uveden v příloze č. 2.

#### 4.1.3 Provzdušnění substrátu (kyslík)

Mikroorganismy, které se účastní kompostovacího procesu potřebují pro svůj metabolismus obrovské množství kyslíku a produkují oxid uhličitý. Kyslík je nejpotřebnější ve velmi horké počáteční fázi tlení. Provzdušněním substrátu dochází také ke snižování vlhkosti kompostovacího materiálu a ke snížení nepříjemného zápachu. Ke snížení emisí amoniaku i metanu dochází kvůli upevňování vazeb dusíku v kompostovaném materiálu. Výměna plynů mezi zrajícím kompostem a okolím musí probíhat při kompostování tak, aby v substrátu bylo dostatek tzv. vzdušného kyslíku. Optimální hodnoty koncentrace kyslíku v zakládkách jsou v rozmezí 5 – 15 %. Takových optimálních hodnot lze dosáhnout systémem nucené aerace. [5]

Nově založený kompost s promíchanými látkami by měl být porézní a nepřevlhčený, kyprý, měl by obsahovat kyslík pro začínající nastartování procesu. Platí základní pravidlo pro zjištění obsahu vzduchu : „Jakmile odpovídá vlhkost, pak také většinou odpovídá obsah vzduchu“. [8, 1]

Dodávání dostatečného množství čerstvého vzduchu s kyslíkem (vzdušného kyslíku) v průběhu zrání se liší podle použitých kompostovacích technologií. Např. u kompostování na volné ploše v pásových hromadách se nejčastěji pro zajištění dostatečného množství vzdušného kyslíku využívá překopávání vhodným překopávačem kompostu. [4]

Nejčastěji využívaný přístroj pro měření obsahu kyslíku je např. přístroj TESTORYT. Tato aparatura využívá speciální sorbční kapaliny, která mění svůj objem v závislosti na tlaku kyslíku ve vzduchu. Pro měření obsahu kyslíku se dále využívá

přístroj ASIN 02 s odolnou elektrochemickou sondou a elektrickým plynovým čerpadlem. [8]

#### **4.1.4 Zrnitost a homogenita substrátu**

Jednotlivé materiály, které jsou určeny ke kompostování, musí na sebe působit co nejúčinněji, pro správné nastartování procesu kompostování. Toho je možno dosáhnout drcením těchto materiálů, které nám zajistí zvětšený výsledný povrch částic. Zároveň musí být veškerý materiál nepřerušovaně zásobován dostatkem kyslíku. Význam vhodné zrnitosti a homogenizace vyniká u materiálů, které se rozkládají na rozdíl od ostatních složek pomaleji (např. jemné piliny jsou přijatelnou složkou kompostu a přímo se zúčastní kompostovacího procesu oproti hoblinám, které jsou v kompostovacím procesu bez výrazné změny). [5]

Avšak velmi jemné složky vytváří těžko provzdušnitelnou strukturu a tím brání růstu mikroorganismům. Pro úpravu směsi je vhodné přidat do kompostu drcenou slámu. Používaná zařízení pro drcení složek pro kompostování jsou drtiče. Materiály kompostu je potřeba také dobře promíchat – jemný materiál musíme promíchat s hrubým, suchý materiál naopak s vlhkým, abychom všude zajistili shodné podmínky pro tlení. [5, 1]

#### **4.1.5 Teplota a tma**

Mikroorganismy, které mají být aktivní v kompostu mohou fungovat jenom při úplné tmě. Proto je vhodné zakrýt kompost materiálem, který je propustný pro vzduch (např. listí, seno, sláma, koberce, folie aj.). [1]

Teplota působí na rozvoj a aktivitu mikroflóry. Z tohoto důvodu určuje rychlost tlení. Pro většinu mikroorganismů je optimální teplota pro rozvoj 20 – 30 °C. Takovým mikroorganismům říkáme mezofilní. Avšak v čerstvé kompostové zakládce během zvyšující se teploty začínají převládat termofilní aerobní mikroorganismy, pro které je optimum pro rozvoj 45 – 65 °C. Tento samozáhřev odstraňuje např. patogenní mikroorganismy, klíčivost semen plevelů atd. Jestliže máme podezření na výskyt patogenů v zakládce, teplota by se měla dostat v průběhu zrání na 55 °C alespoň po dobu 21 dnů. U ostatních stačí po dobu minimálně pěti dnů teplota 45 °C. Případné zvýšení teplot nad 68 –

70 °C musíme omezit zavláhou, jelikož při takovéto teplotě vhodné mikroorganismy umírají a prodlužuje se tedy doba zrání kompostu. Po promíchání všech přísad čerstvého kompostu vzestup teplot svědčí o dobrých předpokladech pro rozvoj příslušné mikroflóry. Zda-li teplota kompostu nestoupá nebo naopak klesá, jsou podmínky pro mikroorganismy špatné. [5]

Teplota kompostu se měří zapichovacím teploměrem s digitálním nebo analogovým ukazatelem, který lze zapíchnout do kompostovací hromady alespoň 1 m pod povrch hromady, čímž se změří teplota v celém průřezu hromady [8].

Stálý pokles teplot zpravidla znamená zralost kompostu. Dokud se v kompostu nesníží teplota na teplotu okolního prostředí, neměl by se takový kompost užívat na hnojení, jelikož v něm kompostu stále probíhají biochemické a mikrobiologické změny. Teplý kompost obsahuje množství organických kyselin a je fytotoxický. [5]

#### **4.1.6 Přídavek zeminy nebo dalších látek**

Uplatnění speciálních biologických preparátů jako (např. enzymy, chemické aktivátory, aj.) sloužící pro urychlení kompostovacího procesu, nemusí být pro kompostování vždy přínosem. Zatímco přídavek půdy je nejvhodnější a nezbytný pro získání kvalitního konečného produktu. Přidáním zeminy, která obsahuje jíl, docílíme lepších životních podmínek pro mikroorganismy, jelikož je vyrovnanější obsah vody. Bez přídavku zeminy zůstává kompost více vláknitý. Přídavkem půdy lze dosáhnout zřetelného poutání zápachu a tím i méně úbytku na živinách. [5, 1]

#### **4.1.7 Hodnota pH**

Nejpříznivější pH pro čerstvý kompost je v rozmezí pH 6 – 8. Je to tedy optimum pro proces kompostování, protože většina mikroorganismů má v tomto rozmezí maximální aktivitu a růst. Kaly z čistíren odpadních vod mohou mít pH pro kompostování okolo pH 5 – 10. [5]



#### 4.1.8 Obsah fosforu

Pro proces kompostování musíme také přihlížet k tomu, aby základka obsahovala minimální obsah fosforu pro metabolismus mikroorganismů k zajištění tvorby humusu. V sušině by měl být tento obsah 0,2 %  $P_2O_5$ . Ve speciálních případech lze doplnit  $P_2O_5$  přidáním superfosfátu u kompostů s vyšším podílem pilin, stromové kůry, dřevních štěpků. [5]

### 4.2 Popis kompostovacího procesu

Kompostovací proces neboli přeměna na organické látky se rozděluje do tří fází. O průběhu a délce určitých fází rozhoduje především kompostovací technologie, podmínky při kompostování, surovinová skladba kompostu, roční období aj. [5]

Zejména mikroorganismy zajišťují přeměnu organických látek odpadů na humusové látky při kompostování. Jde o podobné procesy jako při přeměně organických látek v půdě. V kompostu lze získat až desetkrát více mikroorganismů na rozdíl od půdy, získat humusové látky produktivněji a rychleji tím, že vyrobíme nejlépe vyhovující podmínky pro rozvoj aerobních mikroorganismů. [7]

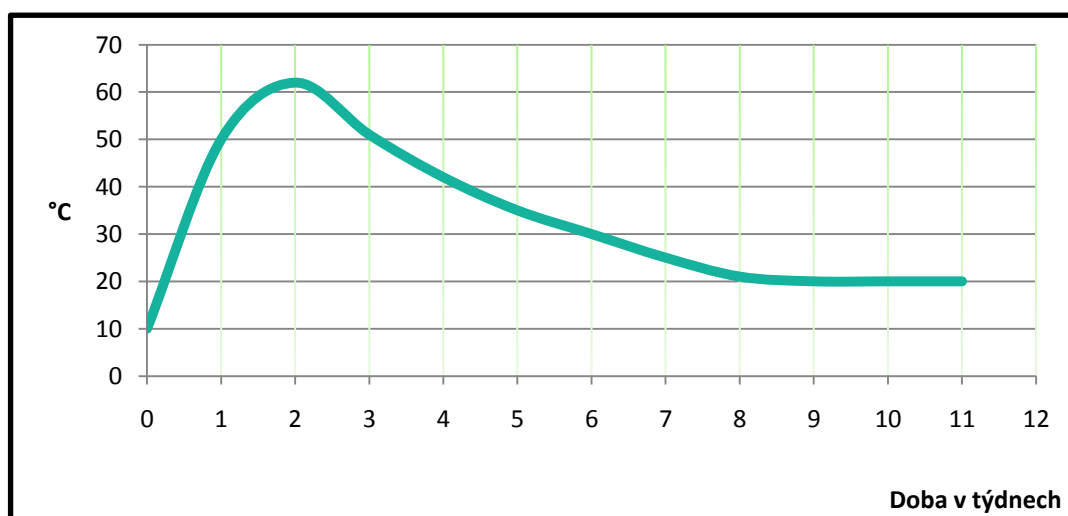
**1. Fáze odbourávání (mineralizace)** – v této úvodní fázi rozkladu polysacharidů, bílkovin a tuků, které jsou zahrnuty v odpadech se uvolňuje teplo a zahřívá se zrající kompost na teplotu 50 - 65°C. Též se v této fázi uplatňují termofilní houby, které rozkládají lignocelulóзовé látky. Při těchto hydrolýzních procesech se nahromaděním organických kyselin zcela zvyšuje kyselost substrátu. Fáze mineralizace trvá většinou 2 - 3 týdny, ale u kompostu s velkým obsahem dřevní štěpky trvá až 2 měsíce.[6] Tato fáze je typická rychlým nárůstem teploty, po které přijde relativně rychlý pokles. Konečným produktem jsou čpavek, aminokyseliny, voda,  $CO_2$ , dusičnany, polysacharidy aj. (tzv. malé „stavební kameny“ ke stavbě humusových látek). Kompost prozatím nemá vlastnosti humusu, nemůžeme jej proto aplikovat do půdy, někdy může být fytotoxický. Tato fáze rozkladu je typická hygienizací kompostu (díky teplotě dochází k hubení hnilobných a jiných patogenních bakterií aj.). [1, 5]

**2. Fáze přeměny** – tato fáze přetrvává od čtvrtého do desátého týdne a teplota začíná znovu klesat na 40 - 45°C. Při této fázi přeměny vystřídá termofilní bakterie jiná skupina mikroorganismů. Přeměnou organických látek vznikají postupně humusové složky, které se pojí na jílovité částice, jsou odolné mikrobiálnímu rozkladu a ve zrajícím kompostu už nepoznáme původní hmoty odpadů. [5,6] Kompost dostává stejnoměrně hnědou barvu, nevykazuje již známky fytotoxicity a díky činnosti drobných organismů je charakteristický drobtovitou strukturou. Ke konci fáze přeměny můžeme již kompost aplikovat jako hnojivo, kompost má nejlepší výživářský účinek. [1, 2]

**3. Fáze dozrávání (syntézy)** – fáze, kdy kompost získává více zemitou strukturu. Dochází tedy k vytvoření stabilního a účinného humusu kvůli vytvoření vazeb mezi anorganickými a organickými látkami. Teplota postupně klesá na teplotu prostředí, pH se zvyšuje (kyselost substrátu klesá), jednotlivé částice kompostu by se měly rozpadat. V této fázi syntézy by již neměl být čpavek ani fytotoxické částice. Pozorujeme již jen minimální úbytek hmotnosti. [2,5]

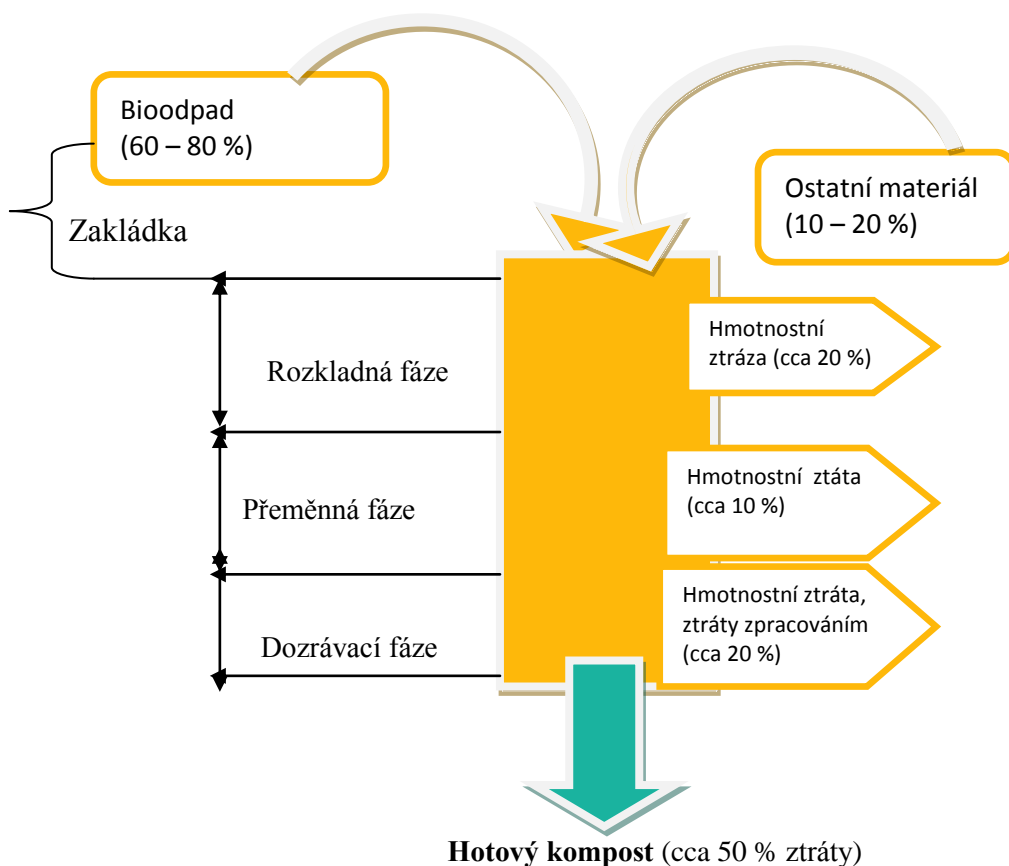
Kolísání teplot během jednotlivých fází při procesu kompostování je zobrazen na obr. č. 3.

Při procesu kompostování dochází v kompostované hmotě ke snížení hmotnosti. Celkový pokles hmotnosti od začátku kompostování je asi 50 %. Toto je znázorněno na obr. č. 2 podle [2].



Obr. č. 3 – Průběh teploty během kompostování [1]

**Senkeyův diagram:**



Obr. č. 4 - Schéma kompostovacího procesu [2]

### 4.3 Surovinová skladba kompostu

Vyhotovení správné surovinové skladby kompostu rozhoduje o úspěšném procesu samotného kompostování a o finální kvalitě vyzrálého kompostu [7].

Surovinová skladba a technologie výroby kompostu by měla být provedena tím způsobem, aby finální produkt dlouhodobě zvyšoval úrodnost půdy a aby obsahoval co možno nejvíce humusových hmot s co nejvíce humínových kyselin. Vyzrálý kompost by měl mít poměr C : N maximálně 30 : 1 a měl by odolávat jinému intenzivnímu rozkladu. [5] Pomůcka pro určení surovinové skladby kompostu je uvedena v příloze č. 3.

Surovinová skladba se optimalizuje pomocí těchto kroků [7]:

- výběr odpadů a látek ke kompostování a určení jejich pravděpodobné hmotnosti,
- odhad obsahu organických látek, vlhkosti a  $P_2O_5$  určitých odpadů, buď pomocí

tabulkových přehledů nebo pomocí chemických rozborů (musíme rozlišovat hodnoty sušiny od hodnot původní hmoty),

- c) propočet složení čerstvého kompostu (C : N, organické látky, N, vlhkost,  $P_2O_5$ ),
- d) provedení korekce surovinové skladby čerstvého kompostu tak, aby byl poměr C : N v rozmezí 30 – 35 : 1, optimální vlhkost byla asi 55 - 65 % a aby byl nejmenší podíl  $P_2O_5$  alespoň 0,2 % v sušině, vlhkost upravujeme přidáním nebo odebráním tekutin, poměr C : N snižujeme přidáním látek bohatých na dusík nebo přímo přidavkem minerálního N (síran amonný, močovina), nedostatek  $P_2O_5$  optimalizujeme přidavkem superfosfátu,
- e) po navržených korekcích musíme znovu propočíst již opravenou surovinovou skladbu kompostovací zakládky,
- f) následuje odhad ztrát v průběhu kompostování (při vysokém podílu zemědělských a zahradnických hmot jsou hmotnostní ztráty v procesu zrání cca 25 %, z toho představuje asi dvě třetiny ztráta vody a jedna třetina ztráta organických látek),
- g) výpočet pravděpodobného množství a jakosti kompostu.

## 5. Kompostovací technologie

Při volbě kompostovací technologie hrají důležitou roli investice, které se promítají do ceny vyrobeného kompostu. [5] Kompostovací technologie je průběh výroby kompostů.

Z technologického hlediska lze rozlišit způsoby výroby kompostů na [8, 9]:

- 1. kompostování na volné ploše
  - a. kompostování v pásových hromadách( tzv. krechtové zakládky)
  - b. kompostování v plošných zakládkách
- 2. intenzivní kompostovací technologie
  - a. polouzavřená zařízení
    - kompostovací žlaby
    - kompostovací boxy (zastřešené, otevřené)

b. uzavřená zařízení – kompostování v bioreaktorech (biofermentorech)

- rotační biostabilizátory
- uzavřené kompostovací boxy
- tunelové bioreaktory
- věžové bioreaktory

3. kompostování ve vacích (Ag Bag kompostování),

4. vermikompostování.

## 5.1 Kompostování na volné ploše

### 5.1.1 Kompostování v pásových hromadách

- a) na trvalém stanovišti – vodohospodářsky zabezpečené plochy
- b) na dočasném stanovišti – polní kompostárny

Kompostování na volné ploše v pásových hromadách představuje klasickou metodu výroby kompostů. Doba zrání kompostu trvá 3 – 6, někdy i 12 měsíců. Kompostovaný materiál se hromadí do vrstev lichoběžníkového nebo trojúhelníkového průřezu. Korekce pásových hromad se dělají nejčastěji nakladačem anebo traktorem s čelní shrnovací lopatou. Využívá se pro technologii řízeného mikrobiálního kompostování (v zahraničí se nazývá jako CMC - controlled microbial composting, v ČR se označuje jako rychlokompostování), která umožňuje užití vhodné techniky a vysoký stupeň mechanizace. [5, 8]

#### Trojúhelníkový profil pásové hromady

U trojúhelníkového profilu pásové kompostovací zakládky se kompost nepřehřívá a dochází k lepšímu přirozenému provětrávání profilu. Je zde ovšem také řada nevýhod trojúhelníkového profilu, např. hůře se aplikuje kejda do zakládky, při výšce profilu vyšší než 3 m je nutno častěji překopávat a tzv. „větší zranitelnost deštěm“. [5]

### Lichoběžníkový profil hromady

U lichoběžníkového profilu pásové hromady se naváží materiál pomocí traktorových přívěsů. Mezi přednosti tohoto profilu patří zejména lepší využití ploch hromady, zakládka je méně zranitelná deštěm díky velkému absorpčnímu povrchu hromady, lepší rovnováha teploty v zakládce, lepší použití tekuté složky. Mezi nevýhody patří zejména potřeba častějšího překopávání kvůli mnohem horšímu přirozenému provětrávání. [5]

Trojúhelníkový a lichoběžníkový průřez pásové hromady je zobrazen na obr. č. 3.

### Rychlokompostování

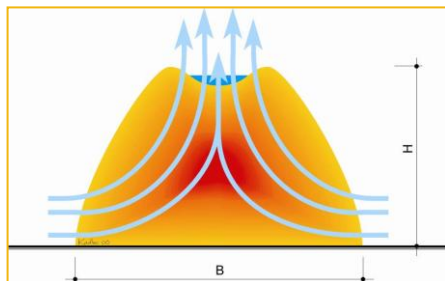
Také nazýváme jako řízené kompostování, které je přesně načasované a každý úkon do kompostovacího procesu má svůj důvod. Výhodou rychlokompostování je schopnost kompostování odpadů v místě jejich vzniku a tudíž i s menšími investicemi. Pomocí rychlokompostování se zbavíme kejdy, dřevního odpadu, slámy, kejdy, chlévské mrvy, zeleného odpadu, určitého tříděného domovního odpadu. Rozklad proběhne za 6 – 8 týdnů.

Abychom docílili rychlokompostování, musíme zvládnout určité požadavky pro zrychlení celého průběhu kompostování [5]:

- požadavek na sledování podmínek jako stupeň provzdušnění, teplota, vlhkost,
- pokrýt kompostovací zakládky folií nebo geotextilií,
- procesem výběru nejlepší surovinové skladby kompostu,
- mechanizací nejdůležitějších operací v technologickém procesu.

### Pásové hromady

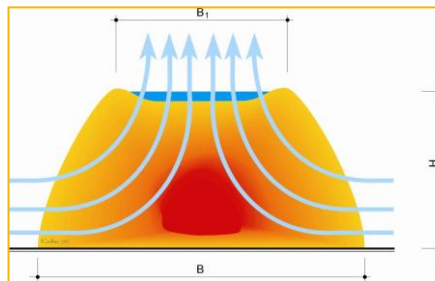
- trojúhelníkový průřez  
(malé hromady)



- + lepší komínový efekt
- + lepší rozložení teplotního pole
- + možnost využívat malou mechanizaci

- nízké využití kompostovací plochy
- nutnost zakrývat hromady plachtami

- lichoběžníkový průřez  
(střední hromady)



- + lepší využití kompostovací plochy
- + menší vliv povětrnostních podmínek

- horší přirozené provětrávání
- horší rozložení teplotního pole
- větší záběr pro překopávače kompostu

Obrázek č. 5 - Pásové hromady [12]

## 5.1.2 Kompostování v plošných zakládkách

Kompostování v plošných zakládkách (hromadách) patří mezi nejstarší technologii kompostování. Kompost se zakládal z různých odpadů do výšky 0,5 m, většinou byl zavlažován močůvkou a byl používán k pěstování teplomilných zelenin a krmných plodin. [5]

## 5.2 Intenzivní kompostovací technologie

Při této technologii dochází k intenzifikaci první rozkladné fáze a tím i zkrácení celé fáze. Tato zařízení se používají především pro první rozkladnou fázi, jelikož jsou ekonomicky nákladná. [5]

### 5.2.1 Kompostování ve žlabech

Jedná se o kompostování v polozavřeném zařízení. Tato technologie využívá ke kompostování podlouhlých žlabů (viz obr. č. 4), které jsou naplněny kompostem. Nad

žlaby se pohybuje překopávací mechanismus, mobilní provzdušňovací a homogenizační zařízení. K provzdušňování napomáhá překopávač. [5]

- systém ROYER – žlaby šířky 2,8 m, výšky 2,5 – 3,0 m
- BACKHUS – žlaby šířky 3,0 – 4,5 m, výšky 2,0 m



Obrázek č. 6 - Žlab ke kompostování [12]

### 5.2.2 Kompostování v boxech

Stejně jako u žlabů jsou boxy (viz obr. č. 5) polozavřená kompostovací zařízení. Z důvodu možnosti převlhčení zakládky vlivem deště jsou boxy ukryty pod střechou. Boční stěna boxu lze otevírat. Celý postup je plně automatizovaný. Většinou se toto zařízení skládá z jeřábové dráhy s uskladňovacím šnekovým dopravníkem, zavlažovacího zařízení, které zajišťuje vhodnou vlhkost, ventilátorů pomocí něhož dochází k provzdušňování materiálu, překopávacího zařízení se spirálou, které je schopno zasáhnout každé místo v kterémkoli žlabu. [5]



Obrázek č. 7 - kompostovací box [12]



### 5.2.3 Kompostování v bioreaktorech (biofermentorech)

Jedná se o uzavřená zařízení kontejnerového typu. Provzdušňování kompostované vrstvy se děje pomocí ventilátorů od spodu. Bioreaktory jsou často tepelně izolovány a jsou schopny pracovat v režimu kontinuálním nebo vsádkovém. U tzv. vsádkového režimu se využívá vsádka k potřebnému provzdušňování kompostovaného materiálu a kontinuální režim využívá reaktoru pro posunování materiálu, který následně opouští reaktor ve výstupním konci. Odpovídající část hmoty se musí navézt na vstupní konec. Tento způsob výroby kompostu je oproti kompostování na hromadách asi dvojnásobně dražší. [5]

➤ Rozdělení bioreaktorů :

- rotační biostabilizátory – výrobcem je např. firma MUT
- uzavřené kompostovací boxy – dodavatelem je např. firma FUTURE ČR
- tunelové bioreaktory – výrobce př. firma WEISS
- věžové bioreaktory – dodavatelem je u nás např. firma VUCHZ, a.s. Brno

### 5.3 Ag Bag kompostování – kompostování ve vacích

Další z možností postupu výroby kompostů z organických odpadů je tzv. technologie Ag Bag kompostování (viz obr. č. 6).

Kompostování ve vacích spočívá na vytvoření uzavřeného prostoru, na plnění polyetylenových vaků bioodpadem, který je rozdrcený na určitou velikost pomocí specifického lisu. Při plnění organickým smíšeným odpadem se vkládá do prostoru vaku hadice, která zajišťuje přísun kyslíku a potřebné provzdušňování odpadů. Řízené provzdušňování hmoty se děje vháněním vzduchu a za pomoci monitorovací jednotky se hlídá optimální teplota v kompostovaném materiálu, která je potřebná pro zrání kompostu. [17]

Díky uzavřenému vaku tato technologie kompostování zabraňuje úniku nežádoucích pachů (amoniak), škodlivých kapalin a minimalizuje se přístup hlodavců a hmyzu. Ag Bag kompostování je uzavřený systém, který zaručuje zkrácený čas zrání (8 – 12 týdnů), dalším kladem jsou nízké investiční náklady, nezávislost na počasí. Ag Bag kompostování nepotřebuje tolik plochy na kompostování oproti jiným kompostárnám. [17]

Nutnou podmínkou pro úspěšné kompostování ve vácích je zpevněná plocha pro umístění vaků (asfalt, beton), prostor pro příjem odpadů, zdroj vody a elektrické energie. Vybavení pro tuto technologii musí obsahovat drtič, čelní nakladač, plnicí lis, mísicí zařízení, překopávač, separátor, ventilátor s automatickým ovládáním, monitorovací, záznamové a různé velké polyethylenové vaky. Vyrobené komposty touto technologií lze využít v rekultivacích, zahradnictví, při hnojení veřejné zeleně, golfových hřišť. [17]



Obrázek č. 8 - Ag Bag kompostování [12]

## 5.4 Nářadí potřebné ke kompostování a technické vybavení kompostáren

V zahradách rodinných domů jsou důležitým nářadím pro kompostování čtyřhraté vidle, lopata, hrábě, kolečko pro větší zahradu, pro menší zahradu nám postačí např. koš nebo vědro [1].

Průmyslové kompostárny nebo zahrádkářské kolonie navíc používají stroje pro drcení kompostovacích komponentů - drtiče, štěpkovače, míchače a pro provzdušnění kompostovací hmoty - překopávače. Prosévací a separační zařízení se používají pro úpravu kompostu s vyšším množstvím nerozložitelných částic. [5]

### 5.4.1 Nářadí pro domácí kompostování

S vidlemi pracujeme pro potřebu manipulace s kompostovacím materiálem. Lopata je nezbytná pro překopávání, promíchávání a k přidávání půdy do kompostovací hmoty. Kolečko, koš nebo vědro je důležitou součástí pro přemísťování materiálu z místa na

místo. K zakrytí materiálu se dnes používají rohože z rákosy nebo perforované fólie z polyethylenu. [1]

#### **5.4.2 Stroje pro drcení kompostovacích komponentů**

##### Drtiče

Drtiče se používají k drcení zelené hmoty, kůry, tenkých větví a dalších „měkčích“ odpadů. Drtiče materiál lámou, štípou nebo rozmělní na menší částice. Při volbě typu drtiče rozhodují mechanické a fyzikální vlastnosti, velikost kusů nebo zrn rozpojovaného materiálu, spotřeba elektrické energie, žádaná výkonnost stroje, požadovaná kvalita rozmělnění.

Rozdělení drtičů podle jejich pracovního ústrojí [5]:

- nožové – tzv. systém mixér, mají až 4 zahnuté nože uložené společně s nožovou hvězdicí,
- talířové – mají 1 nebo více nožů, talíř je položen šikmo nebo kolmo ke směru vstupní hmoty,
- kladivové – určené pro jemné drcení, materiál se drtí údery rotujících kladiv,
- se spirálovým ostřím – v kotouči kolmo nebo šikmo uložené ke směru vstupní hmoty,
- kombinované – kombinace př. talířového a kladivového drtiče,
- s frézovacím válcem – frézovací válec se otáčí pomalu, téměř bezhlučný, rozřezává i silnější větve,
- se šnekovým řezacím mechanismem – má pomalu otáčející se šnekový řezací mechanismus, výhodou je nízká hlučnost a velká síla na rozřezání silnějších větví.

Rozdělení drtičů podle způsobu pohonu [5]:

- drtiče s elektrickým pohonem
- drtiče se spalovacím motorem
- drtiče s pohonem od vývodového hřídele traktoru

Rozdělení drtičů podle způsobu přepravy [5]:

- přenosné
- převozná

### Štěpkovače

Štěpkovače se využívají k beztržskému dělení dřeva podél jeho vláken (dochází k štěpení). Štěpkování se uplatňuje pro drcení čerstvého, mokrého, měkkého a rovného dřeva.

Rozdělení štěpkovačů podle pracovního ústrojí, které využívají [5]:

- kotoučové (diskové) – na přední straně otáčejícího se kotouče jsou umístěny nože,
- bubnové – nože má po obvodu otáčejícího se válce, ve většině případů je potřeba vtahovací mechanismus,
- šnekové (spirálové) – pracovní ústrojí je tvořeno závitem spirály se stoupajícím průměrem.

Rozdělení štěpkovačů podle provedení [5]:

- traktorové
- samojízdné s vlastním motorem
- přívěsné s vlastním motorem

### Míchače – drtiče

Pomocí drtičů – míchačů se zajistí rozbití nadměrných částic do požadované menší velikosti, oddělení nerozbitné hmoty a promíchání zpracované hmoty. Díky drtičům – míchačům nám vzniká z kompostovacího materiálu homogenní směs o přibližně stejné hustotě. Tyto stroje jsou vyráběny v mobilním nebo stacionárním provedení v různých velikostech.

Míchače – drtiče využívají 2 základní konstrukční principy [5]:

- drtící pás – má rychloobíhající pryžový pás s hroty, který materiál drtí, mísí a zároveň provzdušňuje,
- drtící šnek – má dva, tři nebo čtyři drtící šneky s noži.

### 5.4.3 Stroj pro provzdušnění materiálu

#### Překopávače

Provzdušňování a promíchávání kompostu je nedůležitější prací během procesu kompostování. Překopávače nám kompostovaný materiál provzdušní. Vstup vzdušného kyslíku do kompostované hmoty nám umožní řídit činnost mikroorganismů. Při volbě typu překopávače rozhoduje především způsob zpracování materiálu a objem výroby kompostu.

Rozdělení překopávačů podle jejich pracovního ústrojí [8]:

- bubnové
- šnekové
- dopravníkové
- bubnové boční
- kotoučové
- kombinované

Dělení podle energetického zdroje [5]:

- traktorové – nesené, závěsné a přívěsné,
- samojízdné – se zážehovým motorem, s elektromotorem nebo s vznětovým motorem.

Dělení podle výkonu [8]:

- malé – do  $800 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
- střední –  $800 - 1200 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
- velké – nad  $1200 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

### 5.4.4 Stroj pro třídění různých velikostních frakcí

#### Prosévací a separační zařízení

Tato zařízení nám umožňují upravit kompostovací materiál i s vyšším množstvím nerozložitelných částic. Slouží také pro třídění různého druhu látek podle jejich rozdílných mechanicko – fyzikálních vlastností. Materiál rozdělí na dvě nebo více frakcí. Tyto frakce

jsou určeny k dalšímu úpravárenskému procesu (např. k oddělení nežádoucích příměsí - kovových částí, skla, kamenů atd.) a poté expedici (zajištění stejné velikosti zrn). [5, 8]

Dělení prosévačů a separátorů podle jejich pracovního ústrojí [5]:

- rovinné síto vibrační (vibrační prosévací síta) – stacionární nebo mobilní,
- rotační síto válcové (rotační třídiče) – stacionární nebo mobilní,
- třídiče s rotačními rošty (tzv. aktivní rošty),
- třídící a drtící lopaty.

Dělení podle energetického zdroje [8]:

- vývodový hřídel
- vlastní motor – elektromotor, hydromotor nebo spalovací motor

Dělení podle výkonnosti [8]:

- malé ( $1 - 15 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ) – např. rovinné síto vibrační
- střední ( $15 - 50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ )
- velké (nad  $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ )

## 6. Organizace kompostování

Kompostování odpadů se může provádět na určitých organizačních úrovních [13]:

1. Domácí kompostování
2. Komunitní kompostování
3. Centrální kompostování

### 6.1 Domácí kompostování

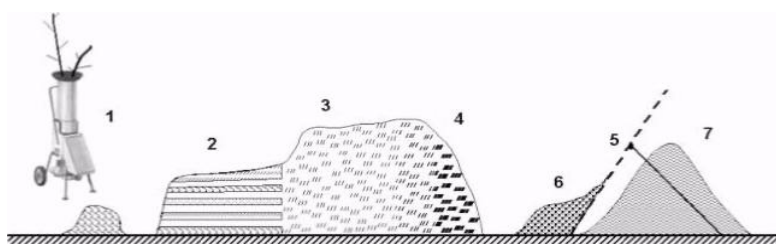
Domácím kompostováním se rozumí kompostování bioodpadu a používání kompostu v rodinných zahradách [4].

Je to základní prostředek jak snížit obsah zahradních a kuchyňských bioodpadů. Domácí kompostování by mělo být podporováno nižšími poplatky za odvoz směsného odpadu. Pro tento druh organizace výroby kompostu se využívá kompostování v kompostových zakládkách pomocí boxů nebo kompostérů. Pro domácí kompostování je

možno použít nejrůznější prostředky pro zvýšení agronomické účinnosti kompostu, dále pro urychlení kompostovacího procesu, např. kompostové startéry. [13]

### 6.1.1 Domácí kompostování na kompostových zakládkách

Nejlepší způsob domácího kompostování je kompostování na jedné zakládce. Postup domácího kompostování na jedné zakládce je znázorněn na obr. č. 7. Zakládka by měla být umístěná v méně stinné části zahrady tak, aby k ní byl dostatečně dobrý přístup i za deštivého počasí, odpady v zakládce by se měly promíchávat a při dosažení výšky 1,5 m zhomogenizovat. Po 3 – 6 měsících je dobré kompost překopat kvůli provzdušnění. Po 9 – 12 měsících jsou již většinou odpady v kompostu rozloženy a stabilizované. [7]

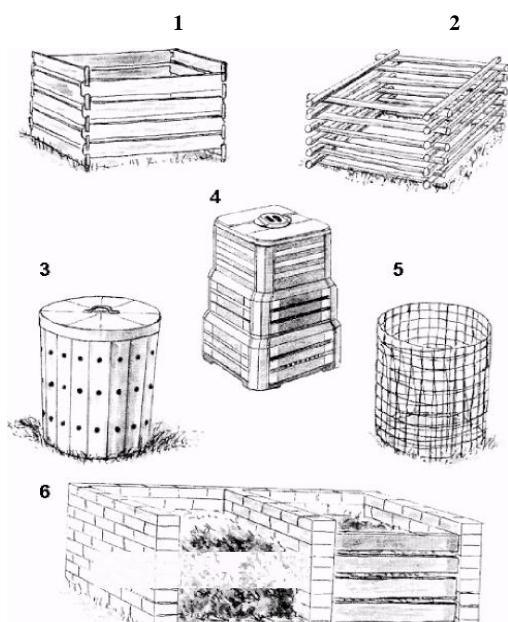


Obrázek č. 9 z knihy Vladimíra Křenka [7], Domácí kompostování na jedné zakládce

- |                     |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| 1. Drcení odpadu,   | 5. síto,                          |
| 2. čerstvý kompost, | 6. nadsítná frakce pro zaočkování |
| 3. zrající kompost, | čerstvého kompostu,               |
| 4. vyzrálý kompost, | 7. vyzrálý kompost.               |

### 6.1.2 Kompostování v boxech nebo kompostérech

Kompostování v boxech nebo kompostérech se dosti provádí v rodinných zahradách. Boxy se vyrábějí z nejrůznějších materiálů (prkna, kulatiny, kovové pletiva). Kompostovací technologie je stejná jako při kompostování v kompostových zakládkách. [2] Boxy, které používáme při domácím kompostování jsou znázorněny na následujícím obrázku č. 8.



1. Box z prken,
2. z kulatiny,
3. dřevěný kompostér,
4. kompostér z recyklovaného plastu,
5. box z kovového pletiva,
6. z cihel.

Obrázek č. 10 podle [7], Boxy pro domácí kompostování

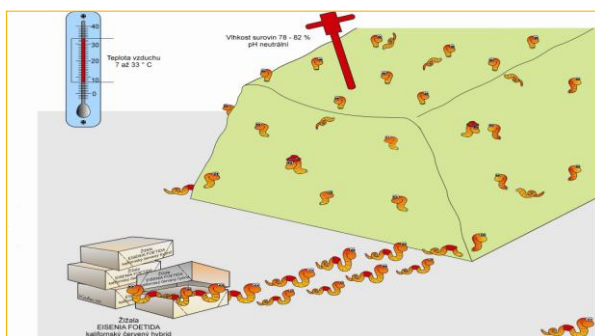
### 6.1.3 Vermikompostování

Vermikompostování je způsob domácího kompostování, na kterém se podílejí žížaly (viz obr. č. 9). Při tomto způsobu kompostování žížaly přeměňují organické zbytky odpadů na biohumus – vermikompost, který se lépe přeměňuje. Žížaly potřebují pro správnou výrobu biohumusu teplotu okolo 20°C, optimální vlhkost substrátu (78 – 82 %) a neutrální pH (vyšší pH než 8 a nižší než 6 žížaly zabíjí). Žížaly nesnáší vítr a sluneční paprsky. V zimním období tedy nemůžeme nechávat vermikompostér venku bez izolace, v letním zase na přímém slunci, aby nedocházelo k přehřívání a k vypařování vody. [14]

V ČR žije asi 50 druhů a poddruhů žížal. Ovšem pouze některé jsou schopny efektivně přeměňovat organické zbytky na kompost. V našich podmínkách se k vermikompostování používá žížala hnojní (*Eisenia foetida*) a *Eisenia andrei*, které běžně najdeme v kompostech na zahradách. Existují také speciálně vyšlechtěné tzv. kalifornské hybridy, které je možno koupit u profesionálních chovatelů žížal. Kalifornské žížaly mají vysoké rozmnožovací schopnosti a dokáží usilovně přeměňovat bioodpady na vermikompost, avšak jsou velmi citlivé na vlhkost (potřebují vlhčí prostředí) potřebují



vyšší teploty kompostových zakládek a optimální pH. Žížaly krmíme ovocem, zeleninou, kávovou sedlinou nebo jim také můžeme dávat zkompostovanou trávu a listí. [14]



Obrázek č. 11 - Vermikompostování [12]

## 6.2 Komunitní kompostování

Pojem komunitní kompostování znamená, že určitá komunita (např. obyvatelé činžovního domu, zahrádkářská kolonie, škola atd.) se domluví, že bude svůj vyprodukovaný bioodpad kompostovat společně. Občané, kteří se podílí na kompostování si rozdělí práci, ale i hotový kompost. Tím je komunitní kompostování pro všechny výhodné.

V ČR se toto organizované komunitní kompostování pokoušejí pořádat členové ekologických organizací, popř. zahrádkářské svazy. Organizátor komunitního kompostování by měl dostat finanční odměnu, která by měla přijít ve formě grantů místních úřadů. [13]

Při tomto kompostování se využívají kompostové zakládky nebo také otevřené boxy, k překopávání funguje nakladač, může jít i o manuální překopávání. Při kompostování u škol lze použít kompostér nebo biofermentor s řízenou aerací. [6]

## 6.3 Centrální kompostování (Průmyslové kompostování)

Jedná se o organizované kompostování, jež upravují obce, podniky s veřejnými službami a další soukromé podnikatelské subjekty. Centrální kompostování se považuje za

složitou činnost u níž musí být dodržena řada předpisů. Splněny musí být předpisy hygienické, vodohospodářské a velký důraz je také kladen na legislativu odpadového hospodářství a na kompostárny, které prodávají vyrobený kompost na trh. [4]

Průmyslové kompostování se organizuje podle množství výroby kompostu [2]:

- na kompostovišti (s roční produkcí kompostu 50 – 500 t)
- na průmyslové kompostárně (s roční produkcí kompostu větší než 500 t)

Tyto centrální kompostárny bývají souhrnně nazývány průmyslové kompostárny, kde se nejčastěji využívá technologie kompostování na kompostových zakládkách a v biofermentorech. Způsob výroby kompostu je regulován ČSN 46 5735 Průmyslové komposty.

Průmyslové kompostárny musí být zajištěny proti případnému úniku závadných látek do půdy nebo do vod a zároveň se musí zamezit smísení látek se srážkovými vodami [7].

Tento způsob kompostování by měl být vodohospodářsky zabezpečený, což je dosti investičně nákladné. Kvůli ekonomické náročnosti se dnes využívají vodohospodářsky zabezpečené již vybudované hnojiště, silážní žlaby, též areály bývalých uhelných skladů. Díky těmto hnojištím, silážním žlabům atd. se investiční náklady na zařízení ke kompostování a náklady na produkci kompostu značně sníží. [2]

Na provoz průmyslových kompostáren je zapotřebí speciálních mechanizačních prostředků. Z tohoto důvodu je centrální kompostování ekonomicky nákladné. V ČR existují mobilní technologické linky, které provádějí formou placené služby potřebné technologické operace (např. překopávání, štěpkování, prosévání vyrobeného kompostu). Tyto technologické linky jezdí od kompostárny ke kompostárně v předem dohodnutých intervalech a zajišťují mechanizační úkony na kompostárnách. Mobilní linky jsou ekonomicky výhodnější než pořizování jednoúčelových strojů, které stejně nebývají na velké kompostárně dosti využity a navíc jsou dosti drahé. [4]

## 7. Závěr

Cílem práce bylo co nejpřesněji a nejjednodušeji vysvětlit problematiku kompostování a jeho využití v praxi, tak aby mělo příznivý vliv na člověka a životní prostředí. Mou snahou bylo najít aktuální trendy a efektivitu tohoto procesu.

Přeměna bioodpadů na komposty je v současné době nejvhodnějším a ekonomicky nej přijatelnějším způsobem jejich zpracování. Ve větších městech by se mělo počítat s výstavbou zařízení pro zpracování BRO, v menších městech a obcích je třeba podporovat domácí kompostování bioodpadů, což je spojeno s minimální přepravní zátěží, potřebou mechanizace a zátěží životního prostředí. Domácí kompostování je tedy výhodné jak ekonomicky, tak i ekologicky. Kompostárenství se v České republice neustále vyvíjí, stejně tak jako v jiných vyspělých evropských státech. Jak vyplývá ze zákona o odpadech – materiálové využití má přednost před jiným využitím odpadů.

Zejména v dnešní době se klade důraz na zlepšování životního prostředí, důsledky jeho devastace jsou znát na kvalitě života populace, na jeho zdravotním stavu apod. V médiích i tisku se stále častěji hovoří a píše o životním prostředí, vznikají nové studijní obory s enviromentálním zaměřením, což svědčí o tom, že lidem není tato problematika ještě lhostejná.

Má práce je zamyšlením nad tím, jak chránit životní prostředí, a zároveň člověka, jak využívat dary přírody ku prospěchu věci a omezovat množství a nebezpečné vlastnosti odpadů. Občan našeho státu není ještě dostatečně poučen a vychován k oddělování organického odpadu, k provádění odborného kompostování, jak je to v jiných vyspělých zemích, proto se máme neustále od nich co učit. Také osvěta, popř. sankce hrají významnou roli v otázce zpracování a využívání odpadů, tedy i kompostování. Je třeba, aby měl člověk co nejvíce informací a teoretických znalostí o tomto procesu, uměl je aplikovat v praxi a na základě vlastních zkušeností se neustále zdokonaloval.

Všichni bychom měli mít na mysli, že jsme úzce spjati s půdou, jsme součástí přírody, proto chovat se k ní macešsky by se nám nemuselo vyplatit. Na místě je tedy naše pokora k ní. To se však mnohdy neděje ani v místním ani v globálním měřítku. Ale přírodu neošálíme, vztah člověka k ní se vrátí v tom dobrém či špatném slova smyslu.

Věřím, že má bakalářská práce bude zamyšlením nad otázkou využití a zpracování odpadů v přírodě, třeba i poskytne návod, co dělat a jak postupovat v oblasti kompostování.

## Seznam použité literatury

- [1] KALINA, Miroslav. Kompostování a péče o půdu. 2., upravené vydání. Praha : Grada Publishing, a.s., 2004. 116 s. ISBN 80-247-0907-4.
- [2] HLAVATÁ, Miluše. Odpadové hospodářství. dotisk 1. vydání. Ostrava : VŠB - TUO, 2007. Kompostování, s. 174 . ISBN 978-80-248-0737-9.
- [3] Www.kompostery.cz [online]. 15.3.2010 [cit. 2010-03-16]. Kompostování. Dostupné z WWW: <<http://www.kompostery.cz/kategorie/kompostovani.aspx>>.
- [4] KOTOULOVÁ, Zdenka ; VÁŇA, Jaroslav. Příručka pro nakládání s komunálním bioodpadem. Praha : Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s Českým ekologickým ústavem, 2001. 70 s. ISBN 80-7212-201-0.
- [5] ZEMÁNEK, Pavel. Speciální mechanizace : mechanizační prostředky pro kompostování. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001. 114 s. ISBN 80-7157-561-5.
- [6] VÁŇA, Jaroslav: Kompostování odpadů. Biom.cz [online]. 2002-01-14 [cit. 2010-03-20]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-odpadu>>. ISSN: 1801-2655.
- [7] KŘENEK, Vladimír. Možnosti využití a zneškodňování odpadů, kompostování : Organizace a technologie kompostování bioodpadů. Energetické využití a zneškodňování odpadů [online]. 2009 [cit. 2009-12-13], s. 7-8. Dostupný z WWW: <[www.kke.zcu.cz/predmety/predmety/data-evo/prednaska5.doc](http://www.kke.zcu.cz/predmety/predmety/data-evo/prednaska5.doc)>.
- [8] PLÍVA, Petr; KOLLÁROVÁ, Mária. Kompostování na volné ploše [online]. Praha : VÚZT, Copyright VÚZT © 2006 [cit. 2010-03-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.vuzt.cz/?menuid=69>>.
- [9] PASTOREK, Zdeněk; PLÍVA, Petr. Rok v přírodě [online]. Praha : Univerzita třetího věku při Provozně ekonomické fakultě ČZU, copyright ©2003 EpaX [cit. 2010-03-19]. Kompostování. Dostupné z WWW: <[http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul\\_key=64&idkapitola=17](http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=64&idkapitola=17)>.

- [10] Doublet, et al. Distribution of C and N mineralization of a sludge compost within particle-size fractions. *Bioresource Technology* [online]. 2010, Issue 4, [cit. 2010-01-15]. Dostupný z WWW:  
<[http://80.www.sciencedirect.com/dialog/cvut.cz/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6V24-4XF7XS31&\\_user=822117&\\_coverDate=02%2F28%2F2010&\\_alid=1296920234&\\_rdoc=1&\\_fmt=high&\\_orig=search&\\_cdi=5692&\\_docanchor=&view=c&\\_ct=2&\\_acct=C000044516&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=822117&md5=759b8088c368bdc37986b25f35eec0a0](http://80.www.sciencedirect.com/dialog/cvut.cz/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V24-4XF7XS31&_user=822117&_coverDate=02%2F28%2F2010&_alid=1296920234&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_cdi=5692&_docanchor=&view=c&_ct=2&_acct=C000044516&_version=1&_urlVersion=0&_userid=822117&md5=759b8088c368bdc37986b25f35eec0a0)>.
- [11] HEJÁTKOVÁ, Květuše, et al. Kompostování přebytkové travní biomasy : Metodická pomůcka. Vyd. 1. Náměšť nad Oslavou : ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s., 2007. 76 s. ISBN 80-903548-6-6.
- [12] Režim kompatibility [online]. 2007 [cit. 2010-03-18]. Základní technologie zneškodňování odpadů. Dostupné z WWW:  
<[czu.kbx.cz/3.rocnik/ST%20TNICE/C\\_08\\_09\\_10.doc](http://czu.kbx.cz/3.rocnik/ST%20TNICE/C_08_09_10.doc)>.
- [13] LYČKOVÁ, Barbora; FEČKO, Peter; KUČEROVÁ, Radmila. Zpracování kalů. Ostrava : VŠB - TUO, 2009. 87 s. ISBN 978-80-248-1921-1.
- [14] Vermikompostování. Ekodomov [online]. Copyright © 2005-2010, 1, [cit. 2010-03-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.ekodomov.cz/index.php?id=vermikompostovani>>.
- [15] Wikipedie : Otevřená encyklopedie [online]. 2010 [cit. 2010-03-19]. Kompost. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Kompost>>.
- [16] Wikipedie : Otevřená encyklopedie [online]. 2009 [cit. 2010-03-19]. Kompostování. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Kompostování>>.
- [17] SALAČ, Josef. Technologie kompostování AG BAG. EnviWeb s.r.o. [online]. 09.12.2003, [cit. 2010-03-18]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.enviweb.cz/clanek/odpady/45702/technologie-kompostovani-ag-bag>>. ISSN 1803-6686.
- [18] Hnutí DUHA. Kompostování - řešení problému s odpady [online]. Brno : Hnutí DUHA, prosinec 2006 [cit. 2010-03-19]. Dostupné z WWW:  
<[http://www.hnutiduha.cz/publikace/podpora\\_kompostovani.pdf](http://www.hnutiduha.cz/publikace/podpora_kompostovani.pdf)>.

[19] Česká republika. Zákon ze dne 15. května 2001 o odpadech a o změně některých dalších zákonů. In Systém ASPI. 2001, s. 2.

[20] Soubor: Compost.jpg In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, , 8.8.2005 [cit. 2010-04-13]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Compost.jpg>>.

## **Seznam obrázků**

- Obrázek č. 3 - Kompost [20]
- Obrázek č. 4 - Monitorované hodnoty při kompostování [8]
- Obrázek č. 3 - Průběh teploty během kompostování [1]
- Obrázek č. 4 - Schéma kompostovacího procesu [2]
- Obrázek č. 5 - Pásové hromady [12]
- Obrázek č. 6 - Žlab ke kompostování [12]
- Obrázek č. 7 - kompostovací box [12]
- Obrázek č. 8 - Ag Bag kompostování [12]
- Obrázek č. 9 - Domácí kompostování na jedné základce [7]
- Obrázek č. 10 - Boxy pro domácí kompostování [10]
- Obrázek č. 11 - Vermikompostování [12]